

Über die Bedeutung, welche die Geschichte der Naturwissenschaften für die Gegenwart besitzt, habe ich mich wiederholt an anderen Stellen geäußert; zuletzt ist dies im 6. Bande des Archivs für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik geschehen (S. 39 u. f.). Aus meinen Bemühungen, dahin mitzuwirken, daß die genetische Betrachtungsweise auf dem erwähnten Gebiete zu ihrem so lange verkannten Rechte kommt, ist ein umfangreiches Werk hervorgegangen, das vor wenigen Monaten mit der Herausgabe des 4. Bandes vollendet wurde. (Friedrich Dannemann, „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange“. Leipzig, W. Engelmann, 1910—1913*). Die nachfolgenden Zeilen sind einem der letzten Abschnitte des 4. Bandes entnommen. Diese gekürzte und an manchen Stellen etwas abgeänderte Wiedergabe bezweckt, weitere Kreise mit der Ausdehnung der geschichtlichen Betrachtung auf das naturwissenschaftliche Gebiet bekannt zu machen. Sie lautet:

Dem gewaltigen Aufschwung, der sich auf dem Gebiete der Naturwissenschaften seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts vollzog, entsprach neben der wachsenden Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen ein sich stetig vergrößernder Einfluß auf den gesamten Kulturzustand unseres Zeitalters. Den aus einer

*) 1. Band: Von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften. 2. Band: Von Galilei bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. 3. Band: Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Entdeckung des Energieprinzips. 4. Band: Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften seit der Entdeckung des Energieprinzips. Bd. 1—4 enthalten 301 Abbildungen.

rein wissenschaftlichen Tätigkeit entspringenden Entdeckungen des Forschers sind die Erfindungen meist auf dem Fuße gefolgt. So entwickelte sich auf dem Boden der Naturlehre die moderne Technik. Wohlstand und Behaglichkeit erzeugend, schuf sie wiederum die Mittel zur Förderung exakter Arbeiten und zur Verbreitung einer in immer tiefere Schichten der Bevölkerung eindringenden naturwissenschaftlichen Bildung. Auch diese Seite, die uns die Entwicklung der Naturwissenschaften zeigt, läßt sich nicht annähernd in ihrem ganzen Umfange, sondern nur in einigen besonders wichtigen Erscheinungen betrachten.

In den Anfang des 19. Jahrhunderts fallen die ersten Schritte zur Begründung des chemischen Großgewerbes. Sein Haupterzeugnis, die Schwefelsäure, stellte man schon seit der Mitte des 18. Jahrhunderts in größerem Maße her. Durch die fabrikmäßige Darstellung der Schwefelsäure wurde auch die lange angestrebte Gewinnung der Soda aus Kochsalz ermöglicht. Im Jahre 1791 gründete der Franzose Leblanc die erste Sodafabrik und rief damit eine neue Industrie ins Leben, die besonders in England emporblühte und als wichtiges Nebenprodukt die Salzsäure lieferte. Die Verbilligung der zuletzt genannten Säure hatte wiederum zur Folge, daß sich das Gebiet der so wichtigen Chlorpräparate erschloß, von denen das Kaliumchlorat den Anlaß zur Erfindung des ersten chemischen Feuerzeuges bot.

Neben der Schwefelsäure und der Salzsäure kam nach der Erschließung der Salpeterlager Südamerikas auch die Salpetersäure in immer größeren Mengen in den Handel. Das Studium dieser Säure in ihrem Verhalten zu den organischen Verbindungen führte um die Mitte des 19. Jahrhunderts zur Erfindung der heutigen Explosivstoffe. So stellte Schönbein, der sich besonders durch die Erforschung des Ozons einen Namen gemacht hat*), im Jahre 1846 die Schießbaumwolle her. Bald darauf erhielt man durch die Einwirkung der Salpetersäure auf das von Scheele aus den Fetten abgeschiedene Glyzerin das furchtbarste Sprengmittel, das Nitroglyzerin, dessen Gefährlichkeit später Nobel dadurch herabminderte, daß er es durch Zumischen von Kieselgur in Dynamit umwandelte.

*) Siehe F. Dannemann, Aus der Werkstatt großer Forscher, Leipzig W. Engelmann, 1908, Abschnitt 70.

Als im Beginn des 19. Jahrhunderts der Dampf zu einem allgemeinen Betriebsmittel wurde, begann, gleichfalls von England aus die Leuchtgasindustrie sich zu verbreiten. Diese Industrie erfüllte nicht nur ihre eigentliche Aufgabe, indem sie Wohnungen und Straßen mit einem Licht versah, das alle bisherigen Beleuchtungsarten übertraf, sondern sie rief auch durch die Fülle ihrer Nebenerzeugnisse neue Gewerbe, ja sogar einen neuen Zweig der chemischen Wissenschaft ins Leben. Aus dem Studium der zahllosen, in dem Teer befindlichen Stoffe erwuchs nämlich die Chemie der aromatischen Verbindungen. Das wichtigste Glied in der Reihe dieser Verbindungen war durch einen sonderbaren Zufall in die Hände Faradays gelangt, der sich im Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn vorzugsweise mit chemischen Untersuchungen beschäftigte. Während der zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts gab es noch keine ausgedehnten Leitungen, sondern das Gas wurde den Verbrauchern in verdichtetem Zustande in die Wohnungen geliefert. Dabei stellte sich heraus, daß die Leuchtkraft schnell abnahm. Als Faraday mit der Untersuchung dieser Erscheinung betraut wurde, fand er, daß sich aus dem Gase ein flüssiger Körper abscheidet, dessen Dampf die Leuchtkraft bedingt. Dieselbe, aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende Substanz wurde einige Jahre später aus der Benzoëssäure dargestellt und Benzol genannt.

Mit der Tatsache, daß sich aus Steinkohlen ein brennbares Gas entwickeln läßt, war man schon lange bekannt. Auf den Gedanken, diese Tatsache praktisch zu verwerten, kam zuerst der Engländer Murdoch. Er war es, der 1792 den ersten dahin zielenden Versuch machte.

Wie sich auf den geschilderten Grundlagen in steter Verbindung mit der Wissenschaft die chemische Industrie zu ihrer heutigen Bedeutung entwickelte, kann hier nur in einigen Strichen angedeutet werden.

Dasjenige Erzeugnis der chemischen Industrie, das zu weiterer Verarbeitung in allen ihren Zweigen Verwendung findet, ist die Schwefelsäure. Die Weltproduktion an diesem Material beläuft sich heute auf mehr als 5 Millionen Tonnen*). Bis vor wenigen

*) Davon stellt Deutschland allein etwa $1\frac{1}{4}$ Millionen Tonnen her. England und Nordamerika erzeugen jedes etwa die gleiche Menge.

Jahrzehnten erfolgte die Gewinnung der Schwefelsäure ausschließlich durch den von Roebuck im Jahre 1746 erfundenen Bleikammerprozeß^{*)}. Zu diesem Verfahren gesellte sich der 1875 von Winkler erfundene Kontaktprozeß. Er beruht auf dem Verhalten des fein verteilten Platins gegen Gase. Winkler leitete ein Gemenge von Schwefeldioxyd und Luft über erhitztes, feinverteiltes Platin. Durch die katalytische oder Kontaktwirkung des letzteren vereinigt sich das Schwefeldioxyd mit dem Sauerstoff der Luft zu Schwefeltrioxyd, das sich mit Wasser zu Schwefelsäure verbindet.

Mit Hilfe des Kontaktverfahrens hat man auch die Gewinnung des Chlors aus der Salzsäure vereinfacht. Als Katalysatoren dienen Salze, die sich an dem chemischen Umsatz ebensowenig beteiligen wie das feinverteilte Platin. Diesem Verfahren trat neuerdings die elektrolytische Gewinnung von Chlor als ebenbürtig an die Seite. Das Chlor, das nicht nur zum Bleichen, sondern auch zur Herstellung vieler organischer Chlorverbindungen in immer größerem Maße Verwendung findet, wird elektrolytisch aus den Lösungen von Chlornatrium oder Chlorkalium dargestellt. Bei diesem Vorgang entwickelt sich das Chlor an der positiven Elektrode, während man an der Kathode Natronlauge oder Kalilauge und eine dem Chlor äquivalente Menge Wasserstoff erhält. Daß hier Wasserstoff als billiges Nebenprodukt abfällt, hat wesentlich zu einer weitgehenden Verwendung dieses durch Leichtigkeit und hohen Heizwert ausgezeichneten Gases beigetragen.

Auch das ältere, zur fabrikmäßigen Darstellung der Soda ins Leben gerufene Verfahren Leblancs ist in der Neuzeit nahezu durch den Ammoniaksodaprozeß verdrängt worden^{**)}. Leblanc setzte Kochsalz mit Schwefelsäure in Salzsäure und Natriumsulfat um. Das gewonnene Sulfat ergab beim Zusammenschmelzen mit Kalkstein und Kohle Soda. Die Schwefelsäure ging bei diesem Prozeß völlig verloren. Die Bemühungen waren deshalb zunächst darauf gerichtet, den Schwefel aus den Rückständen der Leblancfabriken als solchen oder in Form von Verbindungen zurückzugewinnen. Soda ohne die Verwendung von Schwefelsäure herzu-

^{*)} Vorher waren Glasgefäße im Gebrauch.

^{**)} Von der fast 2 Millionen Tonnen betragenden Weltproduktion entfallen nur noch etwa 150 000 Tonnen auf den Leblancprozeß.

stellen, gelang zuerst um 1840. Man leitete Kohlendioxyd und Ammoniak in eine Kochsalzlösung und verwandelte das so entstandene, primäre Natriumkarbonat durch Erhitzen in sekundäres Salz (Soda). Technisch brauchbar wurde das Ammoniaksodaverfahren erst, als es Solvay (1863) gelang, das an der Bildung des Salmiaks beteiligte Ammoniak, sowie das beim Erhitzen des primären Salzes freiwerdende Kohlendioxyd stets wieder in den Prozeß einzuführen.

Ein Teil der im Großbetriebe erzeugten anorganischen Verbindungen wird von der in den letzten Jahrzehnten zu ungeahnter Blüte gelangten organisch-chemischen Industrie aufgenommen und weiter verarbeitet. Neben den anorganischen Verbindungen, vor allem den Mineralsäuren, besteht ihr Rohmaterial aus dem zuerst kaum der Beachtung gewürdigten Teer der Gasfabriken und Kokereien. Es war im Jahre 1856, als es Perkin, einem Schüler des damals in England wirkenden A. W. Hofmann, gelang, aus dem Teer den ersten Farbstoff herzustellen. Heute liefert der Teer der chemischen Industrie vier ihrer wichtigsten technischen Ausgangspunkte. Es sind dies das Benzol, das Naphtalin, das Anthrazen und die Karbolsäure. Sie sind neben vielen anderen Gemengteilen in dem Teer enthalten und werden durch fraktionierte Destillation daraus gewonnen.

Wohl auf keinem anderen Gebiete ist der technische Fortschritt so eng mit der wissenschaftlichen Forschung verknüpft gewesen wie auf dem Gebiete der organisch-technischen Chemie. Die neueren Theorien von der atomistischen Konstitution der chemischen Verbindungen leiteten nicht nur den Forscher bei seinen rein wissenschaftlichen Experimenten, sie waren für den nach neuen Fabrikationsweisen suchenden Chemiker nicht minder wichtig. Ein Leitstern ist vor allem die von Kekulé geschaffene Theorie über die Konstitution des Benzols gewesen. Den ersten Teerfarbstoffen hafteten noch viele Mängel an. Ihr größter war, daß sie sehr rasch im Lichte verblaßten. Auf der Suche nach lichtechten Farbstoffen wandte man sich als Ausgangspunkt dem Naphthalin zu. Aus diesem in dem Teer in größter Menge enthaltenen Rohmaterial gelang es im Jahre 1869 den ersten Azofarbstoff herzustellen und damit ein neues, wichtiges Gebiet der Teerfarb-fabrikation zu erschließen.

Nach den geschilderten Erfolgen steckte sich die organisch-technische Chemie die Aufgabe, die natürlichen, dem Tier- und Pflanzenreiche entstammenden Farbstoffe herzustellen. Die erste Synthese eines natürlichen Farbstoffs gelang im Jahre 1869 den Deutschen Liebermann und Graebe. Vom Anthrazen ausgehend, stellten sie das Alizarin, den wirksamen Bestandteil der Krapppflanze, synthetisch dar, und zwar viel reiner und billiger, als ihn die Pflanze liefert. Die Folge war, daß der in vielen Gegenden blühende Krappbau binnen kurzem ganz einging und die bisher für ihn benutzten Flächen anderen Kulturzwecken dienstbar gemacht werden konnten.

An die Darstellung des Alizarins reihte sich diejenige des Indigos, dessen synthetische Darstellung gegen das Ende der siebziger Jahre des 19. Jahrhunderts erfolgte. Es dauerte noch etwa 20 Jahre, bis man nach vieler Mühe und nach Aufwendung von Summen, die sich auf Millionen beziffern, den Indigo zu einem Preise darstellen konnte, der ihn zum Wettbewerb mit dem Naturprodukt befähigte.

Wie auf chemischer, so entwickelten sich auch auf physikalischer Grundlage wichtige Zweige der modernen Technik. Schon in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts zeigte es sich, daß die aus rein theoretischem Interesse unternommenen Forschungen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre eine Fülle von nützlichen Anwendungen im Gefolge haben sollten. So knüpft sich an die Namen Gauß und Weber die Erinnerung an den ersten elektromagnetischen Telegraphen. „Ich weiß nicht“, schrieb Gauß im November des Jahres 1833 an den Astronomen Olbers, „ob ich Ihnen schon über eine großartige Erfindung berichtete, die wir gemacht haben. Wir haben eine galvanische Kette zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinet über die Häuser hinweggezogen. Die ganze Drahtlänge wird etwa 8000 Fuß betragen. An den beiden Enden ist sie mit einem Multiplikator verbunden. Wir haben diese Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen benutzt, die mit ganzen Wörtern und einfachen Sätzen sehr gut gelungen sind. Ich bin überzeugt, daß auf diese Weise auf einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden kann.“

Die erste Beobachtung, die einen Zusammenhang zwischen elektrischen und akustischen Erscheinungen erkennen ließ, wurde im Jahre 1837 gemacht. Man bemerkte, daß das Verschwinden und Entstehen des Stromes einen Eisenstab, der von dem Strom in einer Spirale umflossen wird, zum Tönen bringt. Die Erscheinung wurde als „galvanische Musik“ bezeichnet. Ihre Entdeckung regte zu Versuchen an, Töne durch den Strom auf größere Entfernung zu übertragen. Die ersten Erfolge erzielte Reis. Er verband eine Membran, gegen die gesprochen wurde, mit einem Platinblech. Auf diese Weise wurde durch die Schwingungen der Membran eine Batterie abwechselnd geöffnet und geschlossen. Die so erzeugten, elektrischen Impulse wirkten auf einen Eisenstab, der sich im Innern eines aus dünnem, umsponnenen Kupferdrahte gebildeten Solenoids befand und brachten ihn zum Tönen. Reis kam es bei seiner Erfindung in erster Linie auf die Übertragung musikalischer Töne an. Doch erkannte man sofort nach der Erfindung, daß die elektrische Übermittlung der menschlichen Sprache in den Bereich der Möglichkeit gerückt war.

Die chemische Wirkung der Elektrizität erfuhr die erste wichtige Anwendung, als Jacobi ein Verfahren entdeckte, das er mit dem Namen Galvanoplastik belegte. Die für dieses Gebiet grundlegende Beobachtung machte Jacobi bei der Elektrolyse von Kupfersulfat. Er erhielt bei diesem Vorgange das Metall als eine zusammenhängende Masse, die sich von der Kathode leicht ablösen und die Form der Kathode als negativen Abdruck erkennen ließ. Um statt der umgekehrten eine wirkliche Kopie des Gegenstandes zu erhalten, stellte Jacobi zunächst einen Abdruck in Gips oder in Wachs her. Auf diesen negativen Abdruck, dessen Oberfläche man durch Graphitpulver leitend gemacht hatte, wurde das Metall durch den elektrischen Strom niedergeschlagen. Das galvanoplastische Verfahren ist in seinen Grundzügen bekanntlich noch heute das gleiche. Es hat die mannigfachsten technischen und kunstgewerblichen Anwendungen gefunden.

Daß sich zwischen zwei Kohlenspitzen ein geradezu blendendes, elektrisches Licht erzeugen läßt, hatten de la Rive und Davy (1820 und 1821) dargetan. Der praktischen Verwertung des Bogenlichtes standen lange Zeit die außerordentlich hohen Kosten, die es verursachte, und manche technischen Unvollkommenheiten im

Wege. Erst nachdem Daniell und Bunsen kräftigere Elemente geschaffen und man die Koks- oder Holzkohlenstücke durch eine besonders präparierte Kohle ersetzt hatte, erregte das Bogenlicht mehr als das rein wissenschaftliche Interesse.

Die ersten Versuche, den galvanischen Strom zur Erzeugung von Glühlicht zu benutzen, gehen in die vierziger Jahre des 19. Jahrhunderts zurück. Man wandte Platin und dünne, aus Retortenkohle hergestellte Stäbe an, die man in evakuierte Glaskolben einschloß. Im Prinzip besaß man also schon um 1840 die beiden Formen der Glühlampe, die wir heute benutzen.

Die außerordentliche Ausdehnung, welche die elektrische Beleuchtung gewonnen hat, war nur dadurch möglich, daß man durch Faradays Entdeckung der Induktion zu einer neuen, die früheren an Wohlfeilheit weit übertreffenden Elektrizitätsquelle gelangt war. In den ersten, auf dem Prinzip der Magnetinduktion beruhenden Maschinen wurde zwar lediglich durch Aufwand von mechanischer Energie elektrische Energie gewonnen, doch waren die erzeugten Ströme für eine technische Verwendung viel zu schwach. Das Problem, lediglich durch mechanische Mittel kräftige elektrische Ströme zu erzeugen, löste Werner Siemens. Er benutzte den Umstand, daß ein Elektromagnet, nach dem Aufhören des Stromes einen geringen Grad von Magnetismus behält. Diese Spur von „remanentem“ Magnetismus erzeugt in der rotierenden Drahtspule einen schwachen Induktionsstrom. Wird dieser Strom nicht sogleich von der Maschine als Hauptstrom hinausgeleitet, sondern zunächst in vielen Windungen um den Magneten geführt, so verstärkt er den Magnetismus. Infolgedessen nimmt auch die induzierende Wirkung des Magneten zu. Jene Wechselwirkung steigert sich solange, bis der Magnet seine größte Stärke und damit die Maschine das Höchstmaß ihrer Leistungsfähigkeit erlangt hat. Siemens war sich der Tragweite seiner Entdeckung voll bewußt. Der Technik seien jetzt, so sagt er am Schlusse seiner Abhandlung, „die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo genügend mechanische Kraft zu Gebote stehe.“

Die infolge der Erfindung der Dynamomaschine eintretende Verbilligung der elektrischen Energie kam nicht nur dem Verkehrs- und dem Beleuchtungswesen, sondern auch der chemischen Technik zu gute.

Als ein Beispiel sei die technische Gewinnung von Salpeter aus dem Stickstoff der Luft erwähnt. Das Verfahren geht in letzter Linie auf Cavendish zurück. Cavendish entdeckte 1787, daß sich die Gemengteile der Luft unter der Einwirkung elektrischer Entladungen zu Salpetersäure verbinden. Heute stellt man nach der technischen Ausgestaltung dieses Verfahrens einen Salpeter her, der im Marktpreise dem natürlichen Salpeter gleichkommt.

Durch die künstliche Gewinnung des Salpeters hat man ein Problem gelöst, das wirtschaftlich in doppelter Hinsicht von der größten Bedeutung zu werden verspricht. Einmal ist der Weltbedarf an Salpeter, der heute zu den wichtigsten Düngemitteln zählt, derart gestiegen*), daß sich eine Erschöpfung der Salpeterlager Chiles in absehbarer Zeit erwarten läßt. Voraussichtlich werden dann technisch hergestellte Ersatzmittel, unter denen neben dem Luftsalpeter das in den Kokereien gewonnene Ammonsulfat in erster Linie zu nennen ist, an die Stelle des natürlichen Salpeters treten.

Das zweite wirtschaftliche Moment besteht darin, daß die Gewinnung des Salpeters aus der Luft ein Beispiel dafür bietet, wie sich die ungeheuren Energiemengen verwerten lassen, welche dem Menschen in der Kraft des sich abwärts bewegenden Wassers zu Gebote stehen. Der Rukanfall in Telemarken, den man zur Erzeugung von Salpeter nutzbar macht, entwickelt z. B. bei seinem Sturz aus einer Höhe von 250 Metern die gewaltige Energie von einem Viertel Millionen Pferdestärken. Etwa die Hälfte dieser Energie findet zum Betriebe der an seinem Fuße entstandenen Luftsalpeterfabrik Verwendung. Ähnliche Energiemengen können die gewaltigen Wasserfälle und Stromschnellen des nördlichen Skandinaviens, Südamerikas und Innerafrikas liefern. Ihre Ausnutzung wird ohne Zweifel in nicht allzu ferner Zeit erfolgen und ganz außerordentliche wirtschaftliche Veränderungen hervorrufen. Ist doch die immer enger werdende Verknüpfung volkswirtschaftlicher Aufgaben mit technischen und wissenschaftlichen Fortschritten eines der hervorstechendsten Kennzeichen unseres modernen, auf die Beherrschung der Naturkräfte abzielenden Lebens.

Nicht minder wie die chemischen und wie die physikalischen Forschungen, wenn auch weniger in die Augen springend, haben

*) Er betrug 1910 fast $2\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen. Allein Deutschlands Verbrauch belief sich auf $\frac{3}{4}$ Millionen Tonnen im Werte von 160 Millionen Mark.

die biologischen Wissenschaften durch ihre zahllosen praktischen Anwendungen fördernd und umgestaltend auf die neuere Kultur gewirkt. So entstand z. B. seit dem 18. Jahrhundert, als sich die Wälder durch die bis dahin geübte, rücksichtslose Ausnutzung zu lichten begannen, als besonderer Zweig der angewandten Botanik die Forstwirtschaftslehre. Einen wissenschaftlichen Grundzug empfing dieser Zweig erst im 19. Jahrhundert, während die für die weitere Entwicklung unserer Technik hochwichtige Lehre von der Pflege der tropischen Wälder noch in ihren ersten Anfängen steckt.

Auch des Emporblühens der Rübenzuckerindustrie ist hier zu gedenken. Zahlreiche, auf chemischer und auf physikalischer Grundlage beruhende Verbesserungen haben dabei mitgewirkt. Zu nennen sind vor allem die Methoden zur Bestimmung des Zuckergehaltes, die Anwendung der Osmose, die Filtration durch Knochenkohle, das Eindampfen in Vakuumpfannen und vieles andere. Auch die Einführung der Bodenanalyse, die Anwendung künstlicher Düngemittel, die Tiefkultur mit Hilfe des Dampfpfluges: alles das sind Fortschritte, welche mit der Entwicklung des Zuckerrübenbaues zusammenhängen und der Landwirtschaft erst den Grundzug eines von rationellen Gesichtspunkten aus betriebenen Gewerbes verliehen haben.

Aus den Errungenschaften der Naturforschung erwuchs aber nicht nur die materielle Kultur unseres Zeitalters. Diese Errungenschaften waren von nicht geringerem Einfluß auf das gesamte geistige Leben unserer Zeit. Keine unter den übrigen Wissenschaften hat sich dem entziehen können. Das gesamte Weltbild hat sich unter diesem Einfluß umgestaltet. Am tiefsten und nachhaltigsten haben die Naturwissenschaften ohne Zweifel auf die Philosophie gewirkt.

Die neuere Philosophie war zunächst in der Hauptsache Metaphysik. Erst unter dem Einfluß der Naturwissenschaften erblickte sie ihre wichtigste Aufgabe in der Untersuchung des Erkenntnisvermögens. Die ersten Schritte auf diesem neuen Boden erfolgten durch Locke und durch Hume. Sie zeigten, wie unter der Einwirkung der Außenwelt unsere Begriffe zustande kommen. Ihre weitere Ausbildung empfing die Erkenntnistheorie vor allem durch Kant. An seinen transzendentalen Idealismus knüpfen alle neueren Bestrebungen an, die sich mit der Frage befassen, wie

sich unsere Erkenntnis zur Wirklichkeit verhält. Für die Philosophie und für die Naturwissenschaft ist das Erkenntnisproblem gleich bedeutsam. Allerdings vermögen sie das Problem nicht etwa endgültig zu lösen, sondern nur dazu Stellung zu nehmen. Diese Stellungnahme läuft weder auf einen naiven Realismus, noch auf völligen Skeptizismus, sondern immer deutlicher darauf hinaus, daß in jeder Erkenntnis subjektive und objektive Elemente unterschieden werden müssen. Das Objekt läßt sich, wie schon Helmholtz im Anschluß an Kant ausführte, niemals losgelöst von dem forschenden Subjekt betrachten. Jede Erkenntnis und damit auch die Wissenschaft von der Natur ist in gewissem Sinne anthropomorph. Oder wir können, wie es Hertz, Poincaré und andere wohl ausgedrückt haben, über eine Abbildung der Wirklichkeit nicht hinausgelangen.

Aus einer innigen Durchdringung naturwissenschaftlichen Forschens und philosophischer Betrachtungsweise erwuchs eins der modernsten Teilgebiete der Philosophie, die Psychophysik. Sie wurde durch Männer begründet, die, wie Fechner, Wundt und Helmholtz, durch ihre naturwissenschaftliche und durch ihre philosophische Bedeutung zu einer Verschmelzung der Psychologie mit der Physik besonders befähigt waren. Da die Psychophysik das gesamte Rüstzeug der naturwissenschaftlichen Forschung in ihren Dienst zu stellen suchte, entstanden besondere, der psychophysischen Forschung gewidmete Institute, unter denen als das älteste (1875) das Leipziger zu nennen ist.

Daß selbst ein so abstrakter und, wie es früher schien, in alten Formen erstarrter Zweig der Philosophie, wie es die Logik ist, durch eine Durchdringung mit naturwissenschaftlichem Geiste zu neuem Leben erweckt werden kann, hat der Engländer J. St. Mill durch sein im Jahre 1843 erschienenes Werk über deduktive und induktive Logik bewiesen.

Nicht minder fruchtbar wie für die Philosophie ist die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Denkens für die übrigen Geisteswissenschaften gewesen, wenn auch die wechselseitige Einwirkung nicht immer eine solch innige war, wie sie sich zwischen der Philosophie und der Naturwissenschaft herausgebildet hat. Zu den ersten Versuchen, die naturwissenschaftliche Methode auf die Geschichtswissenschaft zu übertragen, gehört Buckles im Jahre

1857 erschienene „Geschichte der Zivilisation in England“. Buckle und die Vertreter der materialistischen Geschichtsauffassung bemühten sich, in der historischen Entwicklung der Menschheit gesetzmäßige Zusammenhänge nachzuweisen. Aus dem Bestreben, historische Gesetze zu finden, die man mit den Naturgesetzen in Parallele stellen wollte, erwuchsen zwar manche Übertreibungen und Einseitigkeiten. Trotzdem erwies sich eine von naturwissenschaftlichem Geiste beeinflusste Geschichtsschreibung als das rechte Mittel, um die früher übliche, ebenso einseitige, heroische Geschichtsauffassung, die der Einzelpersonlichkeit eine zu große Bedeutung beigelegt hatte, auf das richtige Maß zurückzuführen.

In weit höherem Grade als die Staatengeschichte haben sich jüngere Wissenszweige wie die Nationalökonomie und die Völkerkunde im Zusammenhange mit der naturwissenschaftlichen Forschung entwickelt. Und zwar handelt es sich hier um eine lebendige Wechselwirkung und nicht bloß um eine Hineinbeziehung einer abseits liegenden Domäne in das Gebiet der Naturwissenschaften. Daß letztere nicht nur gaben, sondern auch empfangen, erkennt man beispielsweise daran, daß Darwin den Grundgedanken seiner Lehre an das Bevölkerungsprinzip des Nationalökonomen Malthus anknüpfte.

Es würde viel zu weit führen, wenn wir auf den mehr oder minder engen Zusammenhang zwischen den Naturwissenschaften und der gesamten geistigen Kultur näher eingehen wollten. Kein Gebiet macht eine Ausnahme, mögen wir unseren Blick auf irgend eine wissenschaftliche oder künstlerische Betätigung richten. Für die Musik ist in der physikalischen und physiologischen Akustik, für die Malerei in der Farbenlehre, für die Bildhauerei in der Anatomie eine Grundlage gegeben, die zum wenigsten der ausübende Künstler nicht mehr entbehren kann, ebensowenig wie die Sprachforschung unserer Tage ohne eine Kenntnis der Lautphysiologie denkbar ist, ganz abgesehen von den Bemühungen, die Sprache als einen von bestimmten Entwicklungsgesetzen abhängigen Organismus zu deuten. Selbst die Moral und die Religion können sich dem mächtigen Einfluß der immer tiefer in den Zusammenhang der Dinge eindringenden, naturwissenschaftlichen Erkenntnis nicht entziehen. Richtig angewandt wird diese Erkenntnis die Sitten zu ver-

edeln und gesunder zu gestalten und die religiösen Vorstellungen zu läutern vermögen.

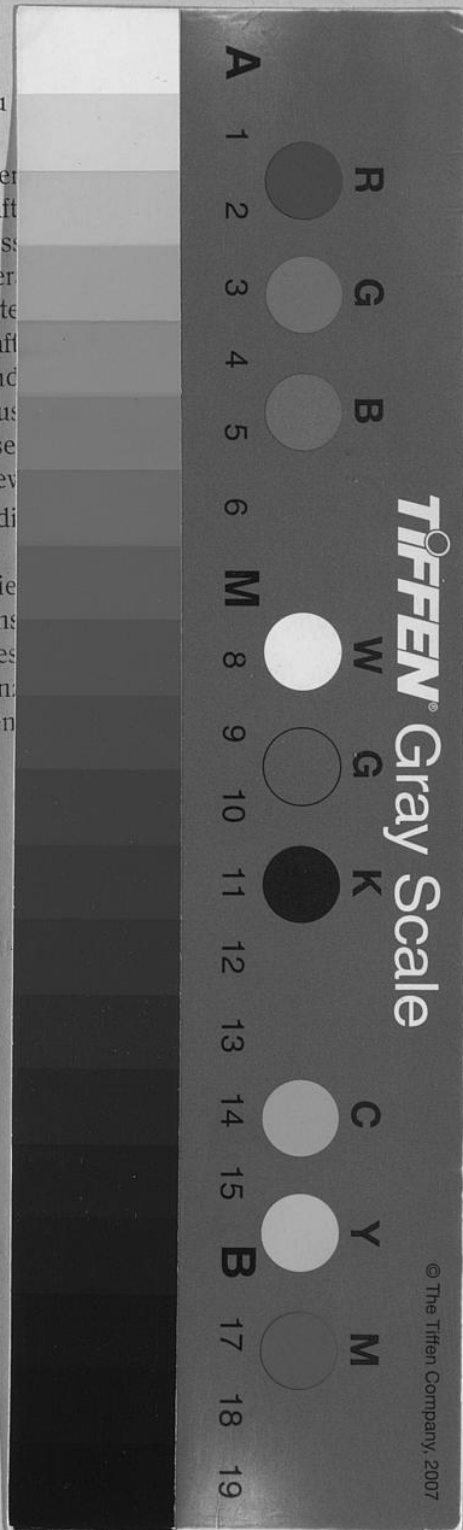
Aus dem Gesagten erkennen wir, ein wie mächtiger Kulturfaktor die exakte Wissenschaft dadurch wird, daß sie zu allen geistigen und materiellen Interessen in Beziehung tritt. Die Wissenschaft wird dadurch nicht herabgewürdigt, sondern geadelt. Die Zeiten liegen nicht weit hinter uns, als man mit besonderer Vorliebe von reiner Wissenschaft sprach und mit einer gewissen Gering-schätzung der Anwendungen gedachte. Gewiß soll sich die Wissenschaft nicht ausschließlich von dem Gesichtspunkte der Nützlichkeit leiten lassen. Sie muß sich indessen auch stets ihrer kulturellen Aufgabe bewußt bleiben.

Sehr treffend hat dies Verhältnis ein W. Siemens gekennzeichnet, als er sagte: „Dadurch erhält die Wissenschaft erst ihre höhere Weihe, daß sie nicht ihrer selbst wegen besteht, zur Befriedigung des Wissensdranges der beschränkten Zahl ihrer Bekenner, sondern daß es ihre Aufgabe ist, den Schatz des Wissens und Könnens des ganzen Menschengeschlechts zu erhöhen und es damit einer höheren Kulturstufe zuzuführen.“

edeln und gesunder zu
zu läutern vermögen.

Aus dem Gesagten er
die exakte Wissenschaft
und materiellen Interess
wird dadurch nicht her
liegen nicht weit hinte
von reiner Wissenschaft
schätzung der Anwend
Wissenschaft nicht aus
Nützlichkeit leiten lasse
kulturellen Aufgabe bev

Sehr treffend hat di
zeichnet, als er sagte:
höhere Weihe, daß sie
friedigung des Wissens
kenner, sondern daß es
und Könnens des ganz
es damit einer höheren



ungen

rfaktor
stigen
nschaft
Zeiten
orliebe
iering-
h die
e der
s ihrer

ekenn-
st ihre
ur Be-
er Be-
Wissens
n und